

PN - SU1780128 A 19921207

PD - 1992-12-07

PR - SU19904779997 19900109

OPD - 1990-01-09

TI - ELECTRONIC MULTIPLIER

IN - CHUBINSKIJ-NADEZHDIN IGOR V (SU); KAMENEV ALEKSANDR G (SU); LEBEDEV  
GENNADIJ V (SU)

PA - INST ANALITICHESKOGO PRIBOROST (SU)

IC - H01J43/04

TI - Electron multiplier for hybrid electron multiplier arrangements - has two focussing electrodes arranged mutually coaxially between micro-channel plate nearest to diode and diode

PR - SU19904779997 19900109

PN - SU1780128 A1 19921207 DW199350 H01J43/04 004pp

PA - (ASAN-R) AS USSR ANALYT EQUIP CONSTR INST

IC - H01J43/04

IN - CHUBINSKII-NADEZHDIN I V; KAMENEV A G; LEBEDEV G V

AB - SU1780128 Working voltage (600-900V) is applied to the micro-channel plates (1,2). Anode (3) receives reverse bias voltage (10-200V). A difference of potentials (6-10kV) is applied between electrodes (4,5). A bunch of electrons at the exit of plate (2) which contains  $10^{4}$  to  $10^{5}$  electrons corresponds to the primary particle impinging on the front of input of plate (1). These electrons are accelerated in the field between electrodes (4,5) and pass to the output surface (6) of diode (3) independently of the point of incidence of the primary particle.

- USE/ADVANTAGE - Multiplier suitable for the construction of low energy charged particles detectors has the advantage of high stability of the amplification factor and fast action achieved by the use of at least two accelerating electrodes. Bul. 45/7.12.92

- (Dwg.1/1)

OPD - 1990-01-09

AN - 1993-403306 [50]



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1780128 A1

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

(51) 5 Н 01 J 43/04

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4779997/21  
(22) 09.01.90  
(46) 07.12.92, Бюл. № 45  
(71) Институт аналитического приборостроения Научно-технического объединения АН СССР  
(72) А.Г.Каменев, Г.В.Лебедев, И.В.Чубинский-Надеждин  
(56) Патент Франции № 2506518, кл. Н 01 J 43/04, 1981.  
Патент Франции № 2494906, кл. Н 01 J 40/04, 1980.

(54) ЭЛЕКТРОННЫЙ УМНОЖИТЕЛЬ  
(57) Использование: в электронной технике, в частности в конструкциях гибридных электронных умножителей, построенных на базе микроканальных пластин (МКП) и полупроводникового диода-усилителя электронного потока. Сущность изобретения: электрон-

2

ный умножитель содержит последовательно установленные одну или несколько МКП и полупроводниковый диод, бомбардируемый потоком электронов, выходящих из МКП, причем выход ближайшей к диоду МКП и вход диода электрически соединены с первым и вторым электродами, соответственно установленными между МКП и диодом, причем первый электрод выполнен в форме усеченного конической поверхности, а второй электрод выполнен в форме усеченной конической поверхности, сопряженной с цилиндрической поверхностью, и установлен соосно с первым электродом. При подаче разности потенциалов на эти электроды между МКП и диодом образуется неоднородное электрическое поле, обеспечивающее сбор электронов с рабочей площади МКП на входную поверхность диода. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к электронной технике и может быть использовано в научном приборостроении при разработке детекторов заряженных частиц низких энергий.

Известна конструкция быстродействующего электронного умножителя ЭУ на основе микроканальных пластин МКП, в котором после МКП установлен дополнительный динод с высоким коэффициентом вторичной эмиссии. Это позволяет снизить усиление и плотность выходного тока МКП, сохранив высокое усиление ЭУ, и расширить верхний предел измеряемых интенсив-

ностей потока частиц в несколько десятков раз (при использовании эмиттеров с отрицательным электронным сродством).

Однако эксплуатация ЭУ в установках с периодическим ухудшением вакуума (например, в спектрометрах заряженных частиц) приводит к необратимой деградации такого динода.

Известны также гибридные ЭУ, содержащие наряду с МКП полупроводниковые усилители электронных потоков, принцип действия которых основан на явлении генераций электронно-дырочных пар в рп-переходе диода при его бомбардировке потоком

(19) SU (11) 1780128 A1

электронов. Коэффициент усиления диода может достигать несколько тысяч, он мало чувствителен к воздействию воздуха и стабилен при изменении выходных токов в широких пределах.

Известная конструкция ЭУ, выбранная в качестве прототипа, содержит последовательно установленные МКП и кремниевый планарный диод, бомбардируемый потоком электронов, выходящих из МКП. Электроны ускоряются в электрическом поле плоского зазора между выходной поверхностью МКП и входной поверхностью диода. При разности потенциалов в зазоре не менее 5 кВ обеспечивается коэффициент усиления диода порядка сотен-тысячи [3] и соответственно может быть расширен предел измеряемых интенсивностей потока частиц.

Недостатком известной конструкции ЭУ является ограничение величины рабочей площади МКП площадью входной поверхности диода, что не позволяет в полной мере реализовать преимущества гибридного ЭУ. Для повышения стабильности коэффициента усиления и долговечности при больших загрузках желательно снижение плотности выходного тока МКП путем использования большей рабочей площади (порядка нескольких квадратных сантиметров при загрузках более  $10^6$  имп/с). Однако соответствующее увеличение площади диода приводит к увеличению его емкости до тысяч пикофарад. В условиях, когда невозможно произвольное уменьшение сопротивления нагрузки ЭУ (например, при включении токоограничивающего резистора в выходной цепи для защиты диода и регистрирующей аппаратуры от высоковольтных пробоев, а также при передаче выходного сигнала ЭУ по согласованной линии с конечным волновым сопротивлением), постоянная времени интегрирующей цепи на выходе ЭУ превышает 10-100 нс, ограничивая быстродействие.

Цель изобретения – повышение стабильности коэффициента усиления и быстродействия ЭУ.

Указанныя цель достигается тем, что ЭУ, содержащий последовательно установленные одну или несколько МКП и полупроводниковый диод в качестве усилителя электронного потока, снабжен по меньшей мере двумя фокусирующими электродами, установленными соосно друг другу между МКП и диодом. Благодаря этому между выходной поверхностью МКП и входной поверхностью диода создается неоднородное электрическое поле. Поперечное сечение потока выходных электронов МКП, ускоряющихся в этом поле, уменьшается до вели-

чины, равной площади входной поверхности диода. Геометрические соотношения в конкретных выполнениях электродов и их взаимное расположение выбираются, расчетным путем так, чтобы получить необходимую равномерность сбора электронов со всей рабочей площади МКП на входную поверхность диода заданного размера (с учетом разброса начальных скоростей и

10 направлений вылета электронов из МКП). В предлагаемом варианте выполнения внутренняя поверхность одного из электродов выполнена в форме усеченной конической поверхности, а внутренняя поверхность 15 второго выполнена в форме усеченной конической поверхности, сопряженной своим меньшим основанием с цилиндрической поверхностью, диаметр которой не превышает диаметра меньшего основания конуса первого электрода, при этом электроды установлены так, что выход МКП совмещен с меньшим основанием конуса первого электрода, а входная поверхность диода совмещена с основанием цилиндра второго 20 электрода.

Предлагаемая форма электродов обеспечивает:

а) малые вариации времени пролета электронов от МКП к диоду, что исключает 30 их влияние на быстродействие ЭУ;

б) малый разброс углов падения электронов на вход диода и, как следствие, постоянство коэффициента усиления диода независимо от места вылета электронов с 35 поверхности МКП.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что предлагаемый ЭУ отличается наличием фокусирующих электродов между МКП и входом диода, выполнением 40 одного из них в форме усеченной конической поверхности, а другого – в форме усеченной конической поверхности, сопряженной с цилиндрической поверхностью, диаметр которой не превышает диаметра меньшего основания конуса первого

45 электрода диода – с основанием цилиндра второго электрода. Таким образом, заявляемый ЭУ соответствует критерию "новизна". Сравнение заявляемого решения с другими техническими решениями в данной области техники не позволили выявить в них 50 признаки, отличающие заявляемое решение от прототипа, на основании чего можно сделать вывод о соответствии критерию "сущес- твенные отличия".

На чертеже схематично изображен предлагаемый ЭУ (в сечении плоскостью, проходящей через ось симметрии), представлен пример конкретного выполнения

электродов, устанавливаемых между МКП и диодов.

ЭУ содержит две МКП 1 и 2, полупроводниковый диод 3, электрод 4, соединенный с выходом МКП 2 и электрод 5, соединенный с входной поверхностью 6 диода 3. Электрод 4 имеет форму усеченной конической поверхности, а электрод 5 – форму усеченной конической поверхности, сопряженной с цилиндрической поверхностью. Отношение рабочих площадей МКП и диода может быть выбрано не менее 10...100, в данном случае оно составляет более 30.

Предлагаемый ЭУ работает следующим образом.

На МКП 1 и 2 подаются рабочие напряжения (600–900 В), на диод 3 подается напряжение обратного смещения (10–200 В). Между электродами 4 и 5 прикладывается разность потенциалов 6...10 кВ. Первичной частице, падающей на вход МКП 1 в пределах рабочей площади МКП соответствует пакет электронов на выходе МКП 2, содержащий  $10^4$ ... $10^5$  электронов. Эти электроны ускоряются в поле между электродами 4, 5 и приходят на входную поверхность 6 диода 3 независимо от места падения первичной частицы. При этом они создают в рп-переходе порядка  $10^7$  электронно-дырочных пар, и в цепи диода возникает импульс тока длительностью 1...3 нс. Таким образом, при полном усилении ЭУ не менее  $10^7$  общее усиление МКП не превышает порядка  $10^4$ , благодаря чему обеспечивается стабильность работы умножителя при потоках частиц на входе до  $10^8$  част/с на  $1 \text{ см}^2$  рабочей площади МКП.

Поскольку площадь диода значительно меньше  $1 \text{ см}^2$  (например, около  $3 \text{ см}^2$ ), его емкость не превышает нескольких десятков пикофарад. Сопротивление нагрузки ЭУ может быть выбрано исходя из удобства передачи его сигналов по согласованным линиям внутри и вне вакуумной камеры при постоянной времени выходной цепи ЭУ не более 1...2 нс.

Испытания умножителя дали следующие результаты: относительная нестабиль-

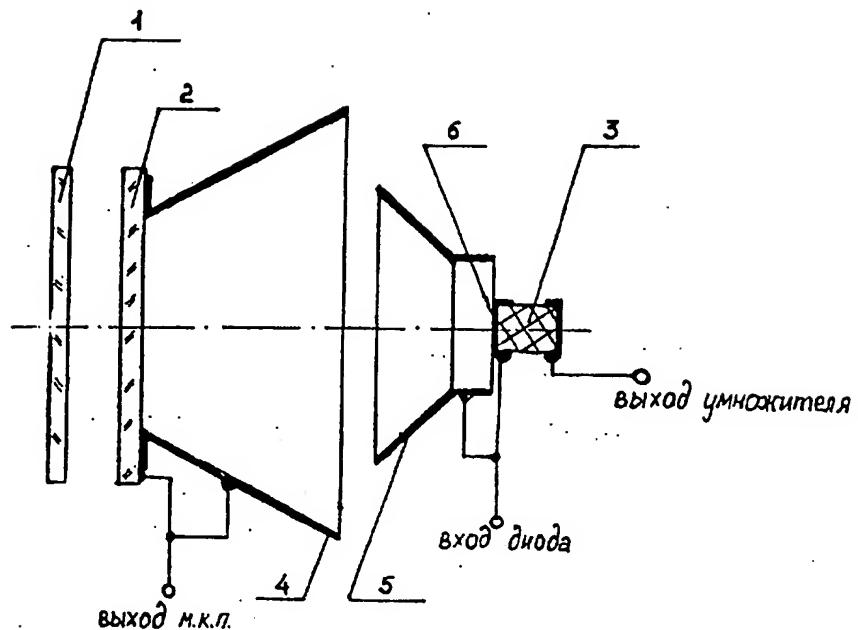
ность коэффициента усиления при загрузке от 10 имп/с до  $5 \cdot 10^4$  имп/с – не более 2% (при коэффициенте усиления около  $2 \cdot 10^4$ ); неравномерность коэффициента усиления в пределах рабочей площади, составляющей около  $1 \text{ см}^2$  – не более 15%; длительность выходного импульса на половине высоты при сопротивлении нагрузки 50 Ом и выходной емкости ЭУ около 20 пФ – менее 3 нс.

Предлагаемая конструкция ЭУ позволяет использовать рабочую площадь МКП в несколько десятков раз превышающую площадь входной поверхности диода. По сравнению с прототипом при одинаковых заданных емкостях диодов сохраняется быстродействие и значительно увеличивается стабильность усиления и долговечности. При одинаковых заданных рабочих площадях МКП благодаря возможности использования диода меньшей площади и меньшей емкости возрастает быстродействие ЭУ.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Электронный умножитель, содержащий последовательно установленные одну или несколько микроканальных пластин и полупроводниковый диод в качестве усилителя электронного потока, отличающийся тем, что, с целью повышения стабильности коэффициента усиления и быстродействия, умножитель снабжен по меньшей мере двумя фокусирующими электродами, установленными соосно друг другу между ближайшей к диоду микроканальной пластиной и диодом.

2. Умножитель по п.1, отличающийся тем, что он снабжен двумя фокусирующими электродами, внутренняя поверхность одного из которых выполнена в форме усеченной конической поверхности, а внутренняя поверхность второго выполнена в форме усеченной конической поверхности, сопряженной своим меньшим основанием с цилиндрической поверхностью, при этом выход микроканальной пластины совмещен с меньшим основанием конуса первого электрода, а входная поверхность диода совмещена с основанием цилиндра второго электрода.



Редактор Т.Купрякова

Составитель А.Каменев  
Техред М.Моргентал

Корректор Л.Лукач

Заказ 4439

Тираж

Подписьное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035. Москва. Ж-35. Раушская наб., 4/5